

PENGARUH RATIO KATALIS CaO-NaOH DAN WAKTU REAKSI TERHADAP KUALITAS BIODIESEL MINYAK JELANTAH

Fajar Rasyid Hidayat, Mas'udah, Sandra Santosa

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
fajarasyid652000@gmail.com; [masudah@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Biodiesel dari minyak jelantah berpotensi sebagai bahan bakar terbarukan karena konsumsi minyak goreng masyarakat di Indonesia secara nasional pada tahun 2019 mencapai 16,2 juta kilo liter dan menghasilkan rata-rata minyak jelantah di kisaran 6,46-9,72 juta kilo liter, namun baru sekitar 3 juta kilo liter minyak jelantah yang dapat dikumpulkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ratio katalis CaO-NaOH dan waktu reaksi terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah. percobaan menggunakan bahan baku minyak jelantah, metanol, dan katalis CaO-NaOH dengan variabel bebas yaitu ratio CaO-NaOH 1:3, 1:1, dan 3:1 dan waktu reaksi 60, 80, dan 100 menit; variabel tetap berupa suhu reaksi sebesar 60°C dan variasi jumlah katalis 1% CaO-NaOH terhadap berat minyak jelantah; dan variabel terikat adalah kualitas biodiesel berupa %yield, densitas biodiesel, dan viskositas biodiesel. Metode analisa biodiesel yang diperoleh menggunakan perhitungan %yield, densitas dan viskositas. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa hasil percobaan nilai densitas 857-871 kg/m³ telah sesuai SNI 7182:2015 yaitu berkisar 850-890 kg/m³ dan nilai %yield yang dihasilkan sebesar di atas 80% untuk rasio CaO-NaOH 1:3 dan 3:1, dan nilai viskositas biodiesel sebesar 1,15-1,31 cst tidak sesuai dengan standar SNI yang berkisar 2,3-6 cst.

Kata kunci: Biodiesel, Katalis CaO-NaOH, Minyak Jelantah, SNI Biodiesel, Transesterifikasi

ABSTRACT

Biodiesel from used cooking oil has the potential as a renewable fuel because the consumption of cooking oil in Indonesia nationally in 2019 reached 16.2 million kilo liters and produced an average used cooking oil in the range of 6.46-9.72 million kilo liters, but only about 3 million kilo liters of used cooking oil that can be collected. This study aims to determine the effect of CaO-NaOH catalyst ratio and reaction time on the quality of biodiesel from used cooking oil. experiments using used cooking oil, methanol, and CaO-NaOH catalyst with independent variables, namely CaO-NaOH ratio 1:3, 1:1, and 3:1 and reaction time of 60, 80, and 100 minutes; fixed variables in the form of reaction temperature of 60°C and variations in the amount of catalyst 1% CaO-NaOH to the weight of used cooking oil; and the dependent variable is the quality of biodiesel in the form of % yield, density of biodiesel, and viscosity of biodiesel. The biodiesel analysis method obtained uses the calculation of % yield, density and viscosity. From this study, it was concluded that the experimental results of the density value of 857-871 kg/m³ were in accordance with SNI 7182:2015 which ranged from 850-890 kg/m³ and the resulting %yield value was above 80% for the CaO-NaOH ratio of 1:3 and 3:1, and the biodiesel viscosity value of 1.15-1.31 cst is not in accordance with the SNI standard which ranges from 2.3-6 cst.

Keywords: Biodiesel, CaO-NaOH Catalyst, Cooking Oil, SNI Biodiesel, Transesterification

1. PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya penduduk dari tahun ke tahun kebutuhan bahan bakar minyak akan meningkat. Untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar minyak diperlukan sumber daya alam yang dapat diperbaharui sebagai sebuah alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak. Salah satu bahan bakar terbarukan yaitu biodiesel yang berpotensi menjadi alternatif menggantikan bahan bakar minyak. Biodiesel adalah senyawa metil-ester hasil dari proses esterifikasi/ transesterifikasi minyak nabati [1]. Berdasarkan hal tersebut, biodiesel dari minyak nabati dapat mengganti bahan bakar untuk mesin diesel sebagai B100 maupun campuran dengan berbagai rasio [1]. Pada tahun 2020 pemerintah menargetkan penggunaan B30, yang terdiri dari campuran biodiesel 30% dan 70% BBM jenis solar [2].

Biodiesel dari minyak jelantah sangat berpotensi sebagai bahan bakar terbarukan karena konsumsi masyarakat yang sebagian besar menggunakan minyak goreng kelapa sawit untuk menggoreng makanan. Konsumsi minyak goreng sawit di Indonesia secara nasional pada tahun 2019 mencapai 16,2 juta kilo liter dan menghasilkan rata-rata minyak jelantah di kisaran 6,46-9,72 juta kilo liter atau 40-60% namun baru sekitar 3 juta kilo liter minyak jelantah yang dapat dikumpulkan atau sebesar 18,6% dari konsumsi total minyak goreng sawit secara nasional [3].

Senyawa metil-ester dihasilkan melalui 2 jenis reaksi yaitu reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi [4]. Penelitian oleh Efendi, dkk [4], melakukan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi menunjukkan bahwa karakteristik dari minyak akan berubah seiring dengan banyaknya pemakaian dan pemanasan minyak jelantah. Menurut Sinaga, dkk (2014) [5], pengaruh peningkatan suhu dan waktu reaksi pembuatan biodiesel menggunakan katalis NaOH menghasilkan rendemen biodiesel yang semakin tinggi dan karakteristik semakin baik. Dimana waktu kontak akan semakin besar dan penambahan suhu akan mengonversi trigliserida menjadi metil-ester dengan bantuan katalis NaOH. Pembuatan biodiesel oleh Oko, dkk (2021) [6] mengalami peningkatan yield biodiesel yang dihasilkan akibat peningkatan konsentrasi metanol dan katalis sehingga kesetimbangan bergeser ke arah produk biodiesel. Menurut Hingu, dkk [7], peningkatan konsentrasi katalis menghasilkan peningkatan konversi yield biodiesel melalui reaksi transesterifikasi minyak goreng bekas yang bersamaan terjadi reaksi samping berupa reaksi saponifikasi di mana penambahan katalis yang berlebih akan membentuk sabun akibat asam lemak bebas tidak terkonversi menjadi ester akibat bereaksi dengan katalis. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ratio katalis CaO-NaOH dan waktu reaksi pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah terhadap %yield biodiesel, densitas, dan viskositas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dirancang melalui langkah-langkah penelitian dari mulai penentuan variabel, metode pengumpulan data berdasarkan percobaan, dan diakhiri dengan analisis data. Penelitian ini merupakan pembuatan biodiesel skala laboratorium. Pembuatan biodiesel menggunakan reaksi transesterifikasi minyak jelantah dan metanol menggunakan katalis CaO-NaOH. Penelitian ini menggunakan variabel rasio katalis 1% CaO-NaOH (b/b) yaitu sebesar 1:3, 1:1, dan 3:1. Proses waktu reaksi transesterifikasi dilakukan selama 60, 80, dan 100 menit. Biodiesel yang diperoleh kemudian dianalisa %yield, densitas dan viskositas untuk mengetahui spesifikasi biodiesel yang didapatkan.

Karakteristik Biodiesel menurut SNI 7182:2015 sebagai berikut:

Table 1 Karakteristik Biodiesel Menurut SNI 7182:2015 [8]

Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
Massa jenis pada 40 °C	Kg/m ³	850-890
Viskositas kinematik pada 40 °C	Mm ² /s (cSt)	2,3-6,0

2.1. Prosedur Pembuatan Biodiesel dengan Reaksi Transesterifikasi

Minyak jelantah sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass*. Di dalam *beaker glass* terpisah, katalis CaO-NaOH dicampurkan dengan metanol dengan perbandingan 6:1 (molar metanol : molar minyak). Minyak jelantah dipanaskan pada suhu 60°C di dalam labu leher dua. Campuran metanol-katalis dimasukkan ke dalam minyak jelantah yang sudah dipanaskan, kemudian diaduk. Campuran tersebut dipisahkan dan didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk dua lapisan (lapisan bawah berupa gliserol dan lapisan atas berupa biodiesel) di dalam corong pisah yang kemudian dipisahkan. Biodiesel mentah yang dihasilkan dicuci dengan air panas (suhu 80-100°C). Lapisan biodiesel dipisahkan dari pencucian dan dilakukan pengulangan pencucian hingga air cucian menjadi jernih. Kandungan air dalam biodiesel dihilangkan dengan cara dievaporasi pada suhu 110°C dan dianalisis %yield, densitas dan viskositas biodiesel yang dihasilkan.

2.2. Prosedur Analisis %Yield Biodiesel

Analisis %yield biodiesel yang dihasilkan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\%yield = \frac{m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- m1 = massa minyak jelantah (gram)
- m2 = massa biodiesel (gram)

2.3. Prosedur Analisis Densitas Biodiesel

Analisis densitas biodiesel dilakukan menggunakan piknometer dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- m = massa biodiesel (gram)
- V = volume biodiesel (ml)
- ρ = densitas (gram/ml)

2.4. Prosedur Analisis Viskositas Biodiesel

Analisis viskositas biodiesel menggunakan hukum Stokes, di mana biodiesel dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diukur ketinggian permukaan hingga ke permukaan dasar dari biodiesel. Kemudian kelereng yang telah diketahui massa, diameter, dan densitasnya dimasukkan ke dalam gelas ukur berisikan biodiesel tersebut diukur waktu kelereng jatuh hingga ke dasar biodiesel. Analisa viskositas menggunakan hukum Stokes dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{viskositas} = \frac{2 r^2 (\rho_1 - \rho_2) g}{9 v} \quad (3)$$

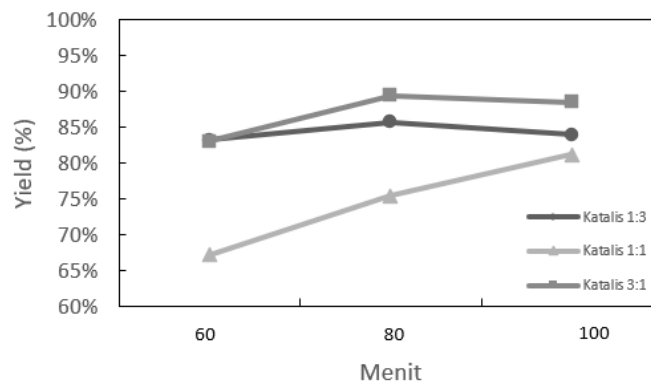
Keterangan :

- r = jari-jari kelereng (m)
- ρ_1 = massa jenis kelereng (kg/m³)
- ρ_2 = massa jenis biodiesel (kg/m³)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- v = kecepatan bola (m/s)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Ratio Katalis CaO-NaOH dan Waktu Reaksi terhadap %Yield Biodiesel

Gambar 1 berikut menunjukkan grafik hubungan yield biodiesel terhadap waktu reaksi pada ratio katalis CaO-NaOH sebesar 1:3, 1:1, dan 3:1. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa ratio katalis dan waktu berpengaruh terhadap yield biodiesel dari percobaan.



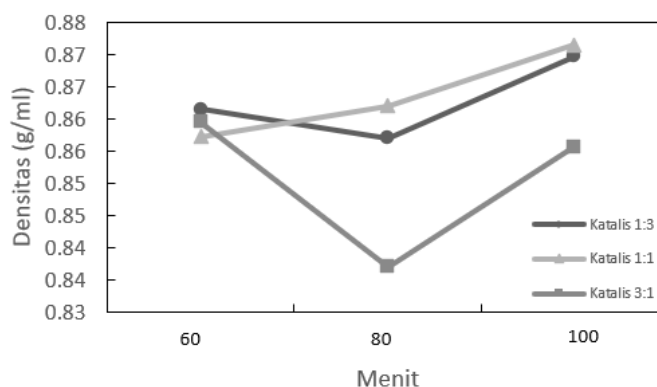
Gambar 1. Pengaruh ratio katalis CaO-NaOH dan waktu terhadap %yield biodiesel

Berdasarkan hasil percobaan tersebut, %yield biodiesel yang dihasilkan semakin tinggi seiring dengan penambahan ratio katalis CaO-NaOH dan waktu reaksi transesterifikasi yang lama. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [5], dimana semakin tinggi waktu yang digunakan dalam proses reaksi transesterifikasi pada biodiesel semakin banyak rendemen yang dihasilkan. Tingginya yield yang dihasilkan dipengaruhi oleh penambahan metanol berlebih dengan perbandingan 1 mol minyak jelantah untuk 6 mol metanol sehingga membuat reaksi berjalan ke arah produk. Berdasarkan penelitian Oko, dkk (2021) [6] campuran katalis CaO-NaOH berguna untuk meminimalkan terbentuknya sabun pada reaksi transesterifikasi dan diperoleh yield biodiesel yang tinggi. Selain itu penambahan katalis juga berguna untuk mempercepat terjadinya reaksi transesterifikasi antara minyak dengan metanol pada pembuatan biodiesel. Hasil terbaik diperoleh sebesar 89% pada variabel katalis CaO 3: NaOH 1 dan waktu reaksi 80 menit.

3.2. Pengaruh Ratio Katalis CaO-NaOH dan Waktu Reaksi terhadap Densitas Biodiesel

Pada gambar 2 berikut menunjukkan grafik hubungan densitas biodiesel terhadap waktu reaksi pada ratio katalis CaO-NaOH sebesar 1:3, 1:1, dan 3:1. Dari grafik tersebut

dapat diketahui bahwa ratio katalis dan waktu berpengaruh terhadap densitas biodiesel dari percobaan.

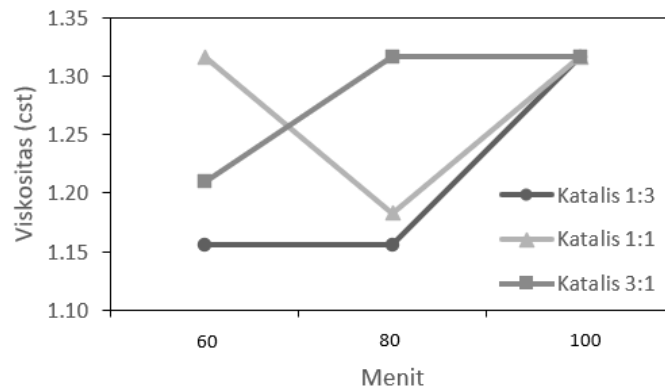


Gambar 2. Pengaruh ratio katalis CaO-NaOH dan waktu reaksi terhadap densitas biodiesel

Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu reaksi maka densitas biodiesel semakin tinggi pula. Hasil ini telah sesuai dengan pernyataan pada penelitian sebelumnya [5], bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin tinggi yield yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai yield, maka semakin sedikit jumlah trigliserida yang terdapat dalam biodiesel, sehingga semakin rendah densitas biodiesel yang dihasilkan. Menurut Sinaga, dkk (2014) [5], trigliserida mempunyai densitas yang lebih tinggi dari metil ester (biodiesel) akibat biodiesel dengan rantai karbon ikatan rangkap yang terkonversi menjadi metil ester dengan rantai karbon yang pendek. Pada Gambar 2 dapat juga dapat diketahui bahwa nilai densitas biodiesel akan cenderung menurun dengan adanya peningkatan jumlah CaO yang ditambahkan pada campuran katalis CaO-NaOH. Hal ini dikarenakan katalis dengan penambahan CaO yang banyak pada campuran katalis CaO mampu meningkatkan nilai yield biodiesel, sehingga densitas biodiesel yang dihasilkan semakin rendah [9]. Hasil yang diperoleh tersebut sudah sesuai dengan karakteristik biodiesel pada SNI 7182:2015 pada nilai 850-890 kg/m³.

3.3. Pengaruh Ratio Katalis CaO-NaOH dan Waktu Reaksi terhadap Viskositas Biodiesel

Pada gambar 3 berikut menunjukkan grafik hubungan viskositas biodiesel terhadap waktu reaksi pada ratio katalis CaO-NaOH sebesar 1:3, 1:1, dan 3:1. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa ratio katalis dan waktu berpengaruh terhadap viskositas biodiesel dari percobaan.



Gambar 3. Pengaruh ratio katalis CaO-NaOH dan waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu reaksi, dan penambahan ratio katalis CaO-NaOH maka viskositas kinematik biodiesel cenderung semakin tinggi. Hasil pengujian viskositas pada produk biodiesel dengan menggunakan metode bola jatuh menunjukkan bahwa nilai viskositas belum mencapai standar/karakteristik Biodiesel SNI 7182:2015. Hasil analisa viskositas biodiesel menggunakan metode bola jatuh berkisar 1.1558-1.3170 cst.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembuatan biodiesel dari minyak jelantah melalui reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis CaO-NaOH berpengaruh pada peningkatan terhadap %yield biodiesel yang dihasilkan. Selain itu, semakin lama waktu kontak pada proses transesterifikasi akan mengonversi trigliserida menjadi metil-ester semakin tinggi. Peningkatan tersebut terjadi akibat peningkatan konsentrasi metanol dan katalis sehingga kesetimbangan bergeser ke arah produk biodiesel. Penambahan ratio katalis berlebih juga dapat membuat reaksi pembentukan sabun akibat telah tercapainya kesetimbangan reaksi atau telah mencapai kondisi optimum sehingga penambahan rasio katalis pada proses pembuatan biodiesel harus sesuai. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil biodiesel yang sesuai SNI 7182:2015 dengan nilai %yield di atas 80% terdapat pada variabel dengan rasio katalis CaO-NaOH 1:3 dan 3:1 dan nilai densitas 850-890 kg/m³. Viskositas dengan nilai 1,15-1,31 cst tidak sesuai dengan standar SNI dengan nilai 2,3-6 cst.

Saran untuk penelitian selanjutnya diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variabel suhu reaksi dan %katalis CaO-NaOH terhadap berat minyak yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Serta dilakukan pengujian kualitas biodiesel lainnya seperti titik nyala, nilai kalor, dan analisis *Gas Chromatography* (GC) untuk mengetahui karakteristik biodiesel yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] N. Suleman, Abas, dan M. Papatungan, "Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel," *Jurnal Teknik*, vol. 17, no. 1, hal. 66–77, 2019.
- [2] Humas EBTKE, (2019, Des.19). "Program Mandatori Biodiesel 30% (B30)" [online]. Tersedia: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/19/2434/faq.program.mandatori.biodiesel.30.b30>

- [3] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2020, Des.06). "Minyak Jelantah: Sebuah Potensi Bisnis Energi yang Menjanjikan" [online]. Tersedia: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/minyak-jelantah-sebuah-potensi-bisnis-energi-yang-menjanjikan>
- [4] R. Efendi, H. A. N. Faiz, dan E. R. Firdaus, "Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah", *Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 9, hal. 402-409, 2018.
- [5] S. V. Sinaga, A. Haryanto, dan S. Triyono, "Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah" *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 1, hal. 27-34, 2014.
- [6] S. Oko, Mustafa, A. Kurniawan, dan D. Willain, "Sintesis Biodiesel dari Minyak Kedelai Melalui Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis CaO/NaOH", *Jurnal Teknologi*, vol. 13, no. 1, hal. 1-6, 2021.
- [7] S. M. Hingu, P. R. Gogate, dan V. K. Rathod, "Synthesis of Biodiesel from Waste Cooking Oil using Sonochemical Reactors", *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 17, no. 5, hal. 827–832, 2010.
- [8] Badan Standarisasi Nasional (2015). "Biodiesel SNI 7182:2015" [online]. Tersedia: www.bsn.go.id
- [9] A. Yuhardi, Z. Helwani, dan E. Saputra, "Penggunaan Katalis CaO dari Ca(NO₃)₂ dengan Support Serbuk Besi pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit *Off-Grade*" *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 1, hal. 1-8, 2016.